

渍水对小麦氮磷钾营养效应的研究*

常江 李金才

(安徽农业大学农业学院, 合肥 230036)

STUDY ON INFLUENCE OF WATERLOGGING ON THE EFFECTIVENESS OF NITRATE, PHOSPHORUS AND POTASSIUM TO WHEAT NUTRITION

Chang Jiang Li Jin-cai

(Department of Agronomy, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

关键词 小麦, 渍水, 效应, 营养吸收与积累

中图分类号 S158

渍害是我国小麦生产的主要自然灾害之一, 严重影响到小麦产量。其原因可能是渍水使得土壤氧亏缺, 抑制了作物的生理代谢, 改变了植物营养状况和土壤养分的有效性; 或是由于较低的土壤氧化还原电位使得营养的吸收与累积下降^[1~3]。

受渍小麦大多表现为功能叶早衰, 绿叶数量及面积减少, 光合速率和干物质积累下降^[4, 5], 最终影响作物产量和千粒重^[5, 6]等; 也有研究表明小麦的耐渍性与其基因型有关^[7]。本文主要从营养生理角度研究不同生育时期渍水对小麦氮、磷、钾吸收、运转与积累的影响; 探讨不同营养元素在小麦不同生育时期受渍条件下的变化规律及其特点, 为从营养调控上减轻小麦渍害提供必要的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试品种

扬麦5号、扬麦158、博爱7422、马场2号、农林46、水里占。

1.2 供试土壤

采自安徽农业大学校农场的黄褐土, pH6.2 (pH电极法), 含有机质12.0g/kg (重铬酸钾外加热法), 全氮1.3g/kg (半微量开氏法), 水解氮106.8 μ g/g (碱解扩散法), 速效磷20.2 μ g/g P (0.5mol/L NaHCO₃法), 速效钾165.3 μ g/g K (1mol/L 中性NH₄OAc浸提、火焰光度法)。

* 安徽省教委基金项目, 教计字[1994]53号

收稿日期: 1997-11-27; 收到修改稿日期: 1998-03-20

1.3 盆栽试验

试验用钵为大塑料桶,中央设有排水孔,每钵装土 10kg。土壤经破碎后,过 10mm 筛,每钵装土 1/3 时混入 50g 饼肥,再装入另 2/3 土。种子经室内催芽后于 11 月 4 日播种,出苗一周后定植。渍水处理分为 4 个时期,即苗期(11 月 28 日渍水)、分蘖期(2 月 10 日渍水)、拔节至孕穗期(3 月 10 日渍水)和孕穗至扬花期(4 月 5 日渍水)。前三个时期每钵定植 5 株苗,一次性取样;后一个时期每钵定植 7 株苗,从中取样两株,余下麦株直到收获。对照钵采用定量法浇水,保持田间最大持水量的 70%~75%;处理钵在渍水期间均套上同样大小的无孔塑料桶,并保持土面见明水,渍水时间均为 20 天。处理结束后去掉套桶,同时取样按茎、叶(上三片功能叶)、穗不同部位进行分析。整个试验在网室中进行,重复三次。

1.4 分析方法

取样后经自来水洗净,再用蒸馏水淋洗,经 110℃ 杀青 20 分钟,70℃ 烘干,磨碎后用作分析样。

样品用 $\text{H}_2\text{SO}_4 \sim \text{H}_2\text{O}_2$ 消化,开氏法测氮,钼兰比色法测磷,火焰光度法测钾。

2 结果与分析

2.1 渍水对小麦氮、磷、钾吸收的效应

表1 不同生育期渍水小麦N、P、K吸收量(mg/株)

品种	营养元素	苗期		分蘖期			拔节—孕穗期			孕穗—扬花期			
		对照	渍水	对照	渍水	对照	对照	渍水	对照	对照	渍水	对照	
													(%)
扬麦5号	N			25.78	17.00	65.9	213.4	66.13	31.0	238.3	119.0	49.9	
	P			4.56	2.46	53.9	33.98	7.97	23.5	37.33	16.82	45.1	
	K			23.05	11.89	51.6	123.6	35.60	28.8	122.9	57.71	47.0	
扬麦158	N	3.59	3.77	105.0	17.83	19.33	108.4	124.4	83.30	67.0	212.6	120.6	56.7
	P	0.93	0.69	74.2	3.19	2.90	90.9	18.41	10.21	55.5	29.92	18.64	62.3
	K	3.69	2.54	68.8	18.33	13.96	76.2	54.84	43.83	79.9	94.76	65.52	69.1
博爱7422	N	2.91	2.71	93.1	24.68	15.62	63.3	219.7	100.8	45.9	216.4	214.7	99.2
	P	0.69	0.47	68.1	3.56	2.32	65.2	29.37	13.12	44.7	31.69	25.33	79.9
	K	2.96	1.60	54.1	18.61	10.98	59.0	119.0	54.57	45.9	113.5	90.06	79.3
马场2号	N	3.08	2.45	79.5	19.25	15.06	78.2	179.6	136.1	75.8	167.8	145.6	86.8
	P	0.75	0.49	65.3	3.36	2.81	83.6	25.92	18.50	71.4	30.45	25.25	82.9
	K	2.85	1.46	51.2	17.42	10.98	63.0	111.4	74.12	66.5	102.1	70.21	68.8
农林46	N	3.15	2.85	90.5	21.43	16.85	78.6	195.2	141.7	72.6	223.5	142.0	63.5
	P	0.81	0.55	67.9	3.61	2.25	62.3	29.08	24.73	85.0	37.42	26.07	69.7
	K	3.22	1.88	58.4	20.38	12.55	61.6	108.0	85.42	79.1	109.8	86.73	79.0
水里占	N	3.97	3.20	80.6	21.08	16.34	77.5	185.6	127.4	68.6	239.7	206.6	86.2
	P	0.95	0.51	53.7	2.86	3.17	110.8	24.06	16.21	67.4	33.39	31.35	93.9
	K	4.43	2.07	46.7	17.34	15.25	87.9	116.6	72.57	62.2	144.4	108.4	75.1
平均	N	3.34	3.00	89.8	21.68	16.70	77.0	186.3	109.2	58.6	216.4	158.0	73.0
	P	0.83	0.54	65.1	3.52	2.65	75.3	26.80	15.12	56.4	33.37	23.91	71.7
	K	3.48	1.91	54.9	19.19	12.60	65.7	105.6	61.02	57.8	114.6	79.80	69.6

所有供试品种,任一时期渍水均严重抑制了小麦对 N、P、K 的吸收与积累,其中以拔节至孕穗期最重,平均 N、P、K 吸收总量不到对照的 60%(表 1)。品种间表现出一定的差异,扬麦 158 前期较为耐渍,氮素吸收量苗期为对照的 105.0%,分蘖期为 108.4%。扬麦 5 号对渍水最为敏感,各个渍水时期 N、P、K 吸收均明显地低于对照,拔节至孕穗期仅是对照的 30% 左右。

2.2 渍水对小麦体内氮、磷、钾分配的效应

渍水不仅影响小麦对 N、P、K 的吸收与积累,也在不同程度上改变了其在体内的分配,换言之渍水同样影响到 N、P、K 营养元素在小麦体内的运转(表 2)。但渍水时期不同效应不同。拔节至孕穗期渍水, N、P、K 在小麦茎叶中的分配与对照相比差异不大,这也许表明此时期渍水只影响小麦对 N、P、K 的吸收,对其在体内的运转影响相对较小,也就是说,在营养器官中营养元素吸收量的减少是均衡的。而孕穗至扬花期渍水则明显改变了 N、P、K 在小麦体内的分配比例。渍水使茎部累积量增加,高于对照,穗部变化较小,叶部下降明显。这一方面反映了生物在逆境条件下的自我调节和适应功能,营养元素在作物的生殖生长阶段优先向穗部运输;另一方面也说明了茎部的营养元素很难向光合源(即

表2 渍水对小麦地上部N、P、K分配比例(%)的影响

品种	营养元素	拔节—孕穗期				孕穗—扬花期					
		对 照		渍 水		对 照			渍 水		
		茎	叶	茎	叶	茎	叶	穗	茎	叶	穗
扬麦5号	N	31.1	68.9	34.4	65.6	35.6	25.7	38.7	54.4	18.9	26.7
	P	46.4	53.6	48.3	51.7	34.2	16.7	49.1	52.8	14.9	32.3
	K	65.8	34.2	54.9	45.1	56.6	18.0	25.4	56.3	16.9	17.8
扬麦158	N	34.0	66.0	39.4	60.6	39.5	26.4	34.1	56.1	17.8	26.1
	P	46.8	53.2	52.6	47.4	41.5	18.2	40.3	54.3	17.5	28.2
	K	56.3	43.7	62.2	37.8	54.9	20.3	24.8	63.2	19.9	16.9
博爱7422	N	39.4	60.6	33.4	66.6	43.0	26.8	30.2	49.0	12.7	38.3
	P	51.4	48.6	43.4	56.6	44.0	19.9	36.1	40.0	9.6	50.4
	K	61.4	38.6	52.1	47.9	56.0	24.4	19.6	54.9	15.5	29.6
马场2号	N	36.6	63.4	41.2	58.8	40.8	24.0	35.2	52.5	11.5	36.0
	P	43.7	56.3	50.9	49.1	44.1	19.5	36.4	54.7	8.1	37.2
	K	62.0	38.0	60.8	39.2	60.9	18.7	20.4	62.0	12.9	25.1
农林46	N	37.7	62.3	42.6	57.4	39.9	21.2	38.9	38.6	10.8	50.6
	P	45.0	55.0	52.1	47.9	42.5	14.2	43.3	37.1	14.2	48.7
	K	55.3	44.7	63.6	36.4	56.5	20.5	23.0	56.5	16.8	26.7
水里占	N	37.7	62.3	35.5	64.5	43.0	35.2	21.8	53.2	13.3	33.5
	P	51.1	48.9	44.7	55.3	49.5	22.2	28.3	57.3	10.4	32.4
	K	65.3	34.7	62.2	37.8	61.9	22.9	15.2	62.3	14.4	23.3
平均	N	36.2	63.8	38.5	61.5	40.2	26.8	33.0	50.5	13.8	35.7
	P	47.4	52.6	48.7	51.3	42.5	18.3	39.2	49.2	12.0	38.8
	K	61.6	38.4	60.0	40.0	58.0	20.9	21.1	60.3	15.9	23.8

叶部)转移。因此,渍水条件下叶片的枯黄早衰与 N、P、K 营养,尤其是 N 素的锐减有着直接关系。

2.3 渍水的时期效应

从表 1 中不难发现,小麦不同生育期受渍对 N、P、K 吸收与积累的影响大不相同。生育前期,尤其是苗期对 N、P、K 吸收影响的差异较大,表现为对 P、K 抑制明显,而对 N 素的吸收影响较小;生育后期对 N、P、K 吸收的抑制效应大致相等。仅从营养吸收与积累而论,拔节至孕穗期渍水其抑制效应最大,可称此时期为小麦渍害营养敏感期。

从小麦植株地上部不同部位来考察,拔节—孕穗期受渍,茎秆与叶片中 N、P、K 吸收量与对照相比几乎均衡减少,而孕穗——扬花期受渍则功能叶中下降明显(表 2),因此这个时期小麦受渍,叶片为主要营养敏感部位,也许可作为受渍害程度的重要营养诊断部位。

2.4 渍水对小麦干物质积累以及产量结构的效应

表3 渍水时期对小麦干物重(克/株)的效应

品 种	苗 期			分 蘖 期			拔节—孕穗期			孕穗—扬花期		
	对照	渍水	渍水/对照 (%)	对照	渍水	渍水/对照 (%)	对照	渍水	渍水/对照 (%)	对照	渍水	渍水/对照 (%)
扬麦5号				1.3021	0.9826	75.5	7.4301	2.9110	39.3	15.436	6.3967	41.4
扬麦158	0.1522	0.1966	129.2	0.9961	1.0740	107.8	3.5440	3.6280	102.4	10.822	6.9791	64.5
博爱7422	0.1295	0.1388	107.2	1.0457	0.8929	85.4	7.6755	4.6225	60.2	12.592	10.456	83.0
马场2号	0.1290	0.1244	96.4	1.0185	0.9074	89.1	6.5137	5.9572	91.5	11.252	8.1996	72.9
农林46	0.1346	0.1409	104.7	1.1645	1.0731	92.2	6.9865	7.5649	108.3	13.439	9.3113	69.3
水里占	0.1704	0.1602	94.0	0.9851	0.9902	100.5	6.4336	6.0104	93.4	14.443	11.062	76.6
平 均	0.1431	0.1522	106.4	1.0853	0.9867	90.9	6.4261	5.1157	79.6	12.997	8.7341	67.2

渍水对小麦干物重的影响,不同时期效应不同(表 3)。生育前期影响极小,尤其是苗期。进入生殖生长期干物质受渍水的抑制效应明显加重,特别是孕穗期,平均仅为对照的 67.2%,因此渍水对小麦干物质积累的抑制效应是随生育进程逐渐加重,明显转折期是小麦由营养生长期向生殖生长期过渡时期,抑制效应最大时期是孕穗——扬花期

表4 孕穗期渍水对小麦产量结构的影响

品 种	每穗结实粒数		千粒重(g)		单穗重(g)	
	对照	渍水	对照	渍水	对照	渍水
扬麦5号	36.2	30.7	34.3	28.7	1.2645	0.8695
扬麦158	36.7	35.0	33.8	31.4	1.2163	1.0765
博爱7422	32.8	24.7	35.3	30.4	1.3783	0.8776
马场2号	41.7	35.6	29.4	24.7	1.0482	0.8729
农林46	33.4	31.9	27.2	19.0	0.9218	0.6845
水里占	31.5	27.0	29.5	23.9	0.9533	0.7588
平 均	35.4	30.8	31.6	26.4	1.1304	0.8566

从表 4 可看出,渍水对小麦产量结构存在着不同程度的影响。孕穗期渍水对每穗结实粒数影响不显著,而对千粒重和单穗重有着显著的抑制效应。就总体平均而言,每穗结实

粒数减少 4.6 粒, 下降 13.0% ($t = 1.96$, $t_{0.05} = 2.228$), 千粒重减少 5.2 克, 下降 16.6% ($t = 2.233$, $t_{0.05} = 2.228$), 最终导致单穗重降低 0.2738 克, 下降 24.2% ($t = 2.960$, $t_{0.05} = 2.228$)。由此可见, 渍水导致减产主要是降低了千粒重。表 4 也反映出品种间耐渍性不同, 扬麦 158、马场 2 号表现较好, 扬麦 5 号较差, 这与营养元素吸收与积累有着类似的表现。

3 结论

1. 小麦任一时期渍水均严重抑制了对 N、P、K 营养元素的吸收与积累, 抑制的最大效应期为拔节至孕穗期; 孕穗至扬花期渍水抑制的敏感部位是叶片, 并明显改变了 N、P、K 在小麦地上部的分配比例。

2. 渍水对小麦干物质积累的抑制效应是随着生育进程而加重。营养生长期影响较小, 生殖生长期抑制效应较大, 尤以孕穗至扬花期为重。

3. 渍水显著降低了小麦的千粒重与单穗重, 而对每穗结实粒数抑制效应较小, 且品种间表现出一定的差异。

参 考 文 献

1. Musgrave M E. Waterlogging effects on yield and photosynthesis in eight wheat cultivars. *Crop Sci.*, 1994, 34: 1314
2. Cannell R Q, Belford R K, Gales K et al. Effects of waterlogging at different stages of development on the growth and yield of winter wheat. *J. Sci. Food Agric.*, 1980, 31: 117
3. Stüger P A, Feller U. Nutrient accumulation and translocation in maturing wheat plants grown on waterlogging soil. *Plant and Soil*, 1994, 160: 87
4. 吴建国, 刘淑艺, 李芳荣等. 湿害对冬小麦生长发育及生理影响的研究. *河南农业大学学报*, 1992, 26 (1): 31
5. 吕 军. 渍水对冬小麦生长的危害及其生理效应. *植物生理学报*, 1994, 20(3): 221
6. 蔡士宾, 曹 暘, 方先文等. 小麦灌浆期水渍和高温对植株早衰和籽粒增重的影响. *作物学报*, 1994, 20(4): 457
7. Huang Bingru, Jonson J W, Nesmith S et al. Growth, physiological and anatomical responses of two wheat genotypes to waterlogging and nutrient supply. *J. Exp. Bot.*, 1994, 45: 193